

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-065640

(43)Date of publication of application : 05.03.2002

(51)Int.Cl.

A61B 5/11
A61B 5/00

(21)Application number : 2000-257488

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 28.08.2000

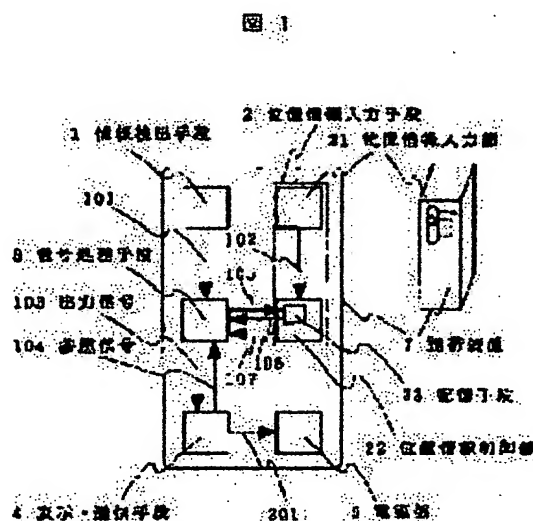
(72)Inventor : KOMACHIYA MASAHIRO
UNUMA MUNETOSHI
SHIMADA SATOSHI
SHOJIMA HIROSHI

(54) BODY MOVEMENT SENSING SYSTEM, HEALTH MANAGEMENT SYSTEM AND WORK MANAGEMENT SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a system which is capable of sensing the movements of various parts of a human body by processing a signal that captures one of the body movements.

SOLUTION: This system is structurally formed as a mobile equipment 7 which consists of a means 1 for detecting information, a means 3 for processing signals and a means 2 for obtaining a position of inputting an information on the mounted position of the means for detecting the information, which are integrally mounted on the almost same position, and the processing of signals of the above means for processing signals includes an information to be obtained from an inputted signal and an evaluation correlated with previously stored standard signals and switches the above information of referential standard signals, depending on the result in information inputted in the above means for inputting the information of the position. Thereby making it possible for the system to delicately cope with the characteristic variation in signal waves due to the difference of the mounted position of the mobile system of sensing the body movement and more accurately detecting the variation in body movements other than the center of gravity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-65640

(P2002-65640A)

(43) 公開日 平成14年3月5日 (2002.3.5)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
A 6 1 B 5/11		A 6 1 B 5/00	1 0 2 A 4 C 0 3 8
5/00	1 0 2	5/10	3 1 0 G

審査請求 未請求 請求項の数24 O L (全 22 頁)

(21) 出願番号 特願2000-257488(P2000-257488)

(22) 出願日 平成12年8月28日 (2000.8.28)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 小町谷 昌宏

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 鵜沼 宗利

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74) 代理人 100078134

弁理士 武 顕次郎

最終頁に続く

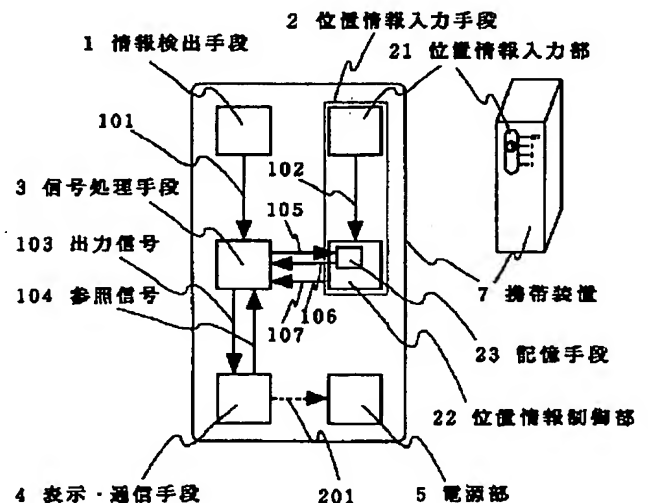
(54) 【発明の名称】 体動センシングシステム、健康管理システム及び作業管理システム

(57) 【要約】

【課題】 1つの個所で体動を捉えながら、その信号を処理することにより、人体各部の動きを把握することができる体動センシングシステムを得る。

【解決手段】 システムは、携帯装置7として構成され、情報検出手段1、信号処理手段3、情報検出手段の実装位置情報を入力する位置情報入力手段2が、ほぼ同一の位置に一体実装される。ここで、前記信号処理手段の信号処理は、入力信号から得られる情報と、予め記憶した基準信号情報との相関評価を含み、前記位置情報入力手段への入力結果によって、参照すべき前記基準信号情報を切り替えるようにする。これにより、携行可能な体動センシングシステムの検出手段の実装位置の違いによる信号波形の特徴変化に細かく対応することができ、重心以外の体動変化をより正確に検出することができる。

図 1



(2)

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段とを有する携帯可能な体動センシングシステムにおいて、前記信号処理手段は、手動または自動で入力される、あるいは、すでに記憶された前記情報検出手段の実装位置情報に基づいて信号処理を行うことを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項2】 前記情報検出手段と、前記信号処理手段と、前記情報検出手段の実装位置情報を与える位置情報入力手段とを、ほぼ同一の位置に一体実装したことを特徴とする請求項1記載の体動センシングシステム。

【請求項3】 前記信号処理手段による信号処理は、入力信号から少なくとも1つの特徴量を抽出する処理手段と、抽出した特徴量または特徴量を基に算出された指標の値に基づいて体動を判定する体動判定処理手段とにより実行され、前記特徴量の抽出処理手段と、前記体動判定処理手段との少なくとも一方は、予め設けた複数のデータベースセットの中から前記情報検出手段の実装位置情報に基づいて、参照すべき前記データベースセットの少なくとも1つ選択、参照し、特徴量の抽出処理手段が特徴量の抽出を行い、体動判定処理手段が体動判定を行うことを特徴とする請求項1または2記載の体動センシングシステム。

【請求項4】 少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段とを有する体動センシングシステムにおいて、前記情報検出手段の1つは、互いに独立な複数の情報それぞれに対する所定の検出感度をもって1つの出力信号を出力し、前記信号処理手段は、情報検出手段の出力信号に基づいて信号処理を行うことを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項5】 複数の情報検出手段と、複数の情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段とを有する体動センシングシステムにおいて、前記複数の情報検出手段のそれぞれの出力信号を1つの信号を合成する信号合成手段を有し、前記信号処理手段は、前記信号合成手段の出力信号に基づいて信号処理を行うことを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項6】 前記信号処理手段による信号処理の主要な部分は、信号波形と予め設定した少なくとも1つの基準波形との相関評価であり、特にウェーブレット変換であることを特徴とする請求項1ないし5のうちのいずれか1記載の体動センシングシステム。

【請求項7】 少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段と、前記情報検出手段の実装位置情報を与える位置情報入力手段とを有し、前記信号処理手段による信号処理の主要な部分が、信号波形と予め設定した少なくとも1つの基準波形との相関評価であり、特にウェーブレ

ット変換であり、前記相関の大小を判定して体動のモード（歩く、走る、手を動かす、腰をかがめる等の特徴的な体動の種類）を識別する携帯可能な体動センシングシステムにおいて、前記情報検出手段の実装位置情報に基づいて、前記基準波形を選択することを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項8】 前記信号処理手段による信号処理の主要な部分が、信号のフーリエ変換を含む周波数領域での信号処理であることを特徴とする請求項1ないし5のうちのいずれか1記載の体動センシングシステム。

【請求項9】 少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段と、前記情報検出手段の実装位置情報を与える位置情報入力手段とを有し、前記信号処理手段による信号処理の主要な部分が、信号のフーリエ変換を含む周波数領域での信号処理であり、信号処理によって予め設けた少なくとも一つの周波数領域の信号強度を抽出し、当該信号強度の大小を判定して体動のモード（歩く、走る、手を動かす、腰をかがめる等の特徴的な体動の種類）を識別する携帯可能な体動センシングシステムにおいて、前記情報検出手段の実装位置情報に基づいて、前記周波数領域を選択することを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項10】 前記情報検出手段とは異なる位置に補助的情報検出手段を設け、該補助的情報検出手段により検出した情報を前記信号処理手段へ、有線または無線で信号伝達することを特徴とする請求項1ないし5のうちのいずれか1記載の体動センシングシステム。

【請求項11】 自己発電手段をさらに備えることを特徴とする請求項1ないし5のうちのいずれか1記載の体動センシングシステム。

【請求項12】 少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段とを有する携帯可能な体動センシングシステムにおいて、前記情報検出手段と前記信号処理手段とが共通のシリコン基板上に集積化されて構成されたことを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項13】 少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段とを有する携帯可能な体動センシングシステムにおいて、前記情報検出手段とは異なる位置に補助的情報検出手段を設け、該補助的情報検出手段を含む補助的情報検出部と、前記信号処理手段を含む信号処理部との間で無線による情報通信を行うことを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項14】 前記補助的情報検出手段は、生体に係わる周波数情報（呼吸数、心拍数、体動数等のように一定時間間隔内に発生する事象の回数で記述可能な情報）を検出することを特徴とする請求項13記載の体動センシングシステム。

(3)

【請求項15】 少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段とを有する携帯可能な体動センシングシステムにおいて、システムへの電源の供給を無線の形態で実施することを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項16】 少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段とを有する携帯可能な体動センシングシステムにおいて、判別された体動から対象のおかれた状況を推定し、推定結果に基づいて外部との通信モードを、外部との通信における条件を分類して定めた通信モードに切り替えることを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項17】 少なくとも1つの圧力検出手段と、該圧力検出手段の圧力検出面を包含する上部に積層した変形体と、該変形体に接触させて設けた質量体とからなり、前記質量体の振動を前記変形体内部の圧力あるいは応力変化として検出することを特徴とする体動検出装置。

【請求項18】 前記圧力検出手段は、シリコン基板上に設けた圧力センサであることを特徴とする請求項17記載の体動検出装置。

【請求項19】 前記変形体は、シリコンゲルである構成とを特徴とする請求項17に記載の体動検出装置。

【請求項20】 前記質量体の中心または重心を通り、前記圧力検出手段の圧力検出面と直交する軸と、前記圧力検出手段の圧力検出面の中心または重心を通り、前記圧力検出面と直交する軸とが、互いに重ならないことを特徴とする請求項17に記載の体動検出装置。

【請求項21】 シリコン基板に設けた可動部と、該可動部に設けた電気的配線と、該電気的配線の方向とほぼ直交する方向に磁場を加える磁場発生手段とを備えたことを特徴とする発電装置。

【請求項22】 シリコン基板に設けた可動部と、該可動部に設けた電気的配線と、該電気的配線の方向とほぼ直交する方向に磁場を加える磁場発生手段とを備えて構成される発電装置を有する体動センシングシステムにおいて、センシングシステムが計測対象とする体動のモードの中で、最も発生頻度が高いモードで前記発電装置に加わる振動周波数のピーク値と、前記可動部の機械的共振周波数とを一致させるたことを特徴とする体動センシングシステム。

【請求項23】 請求項1ないし16、22のうちいずれか1記載の体動センシングシステムを用いて構成したことを特徴とする健康管理システム。

【請求項24】 請求項1ないし16、22のうちいずれか1記載の体動センシングシステムを用いて構成したことを特徴とする作業管理システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、人の体の動き（体

動）を検出するセンシングシステム、該システムを用いた作業管理システム及び健康管理システムに係り、特に、人の作業状態や健康状態に応じた人の体の動きを検出するセンシングシステム、該システムを用いた作業管理システム及び健康管理システムに関する。

【0002】

【従来の技術】 人の日常生活や生産活動の中で、体動を検出することは、例えば、運動不足が引きがねとなる成人病の予防や高齢者の健康管理のために有効であり、また、生産の現場において、作業効率向上のためのデータ収集などを実現する上で重要である。そして、近年、屋内外における実用的な体動検出を目的とした携帯可能な小型多機能な種々の体動センシングシステムが研究開発されて提案されている。

【0003】 体動モニタリング（センシングと同義）システムに関する従来技術の代表的な例として、例えば、Journal of Mechanical Engineering & Technology、21 No. 3-4 (1997) pp. 96-105のFig. 2 に記載された技術が知られている（以下、従来技術1という）。この従来技術1は、人の手首、足首、腰の3個所に設けた加速度センサの出力信号と、心電図波形（ECG）とを信号配線を通じて有線によりモニタし、モニタされた複数の情報を、携帯可能な小型半導体の記憶媒体に多チャンネルで記憶するというシステムである。前述の携帯可能な記憶装置は、リチウム電池等により駆動され、記憶された情報は、別に設けたコンピュータにデータ転送された後、統計的な解析処理が施される。この従来技術1は、体の異なる位置に加速度センサを設けることにより、人の重心に近い腰の運動ばかりでなく、手や足の動きに起因する運動を正しくモニタすることができる。

【0004】 また、別の従来技術として、体の各所に異なるセンサを設ける代りに、1つのセンサの出力から、種々の歩行状態を区別しようとするものがある。この種の従来技術として、例えば、Method of Information in Medicine、36 (1997) pp. 356-359 等に記載された技術が知られている（以下、従来技術2という）。この従来技術2は、一軸方向に感度を有する加速度センサを腰の位置のみに設け、その出力信号波形を処理することにより、平地での歩行、階段の上り、下りの歩行をそれぞれ区別することを可能とするものである。そして、この従来技術2は、ウェーブレット変換をしようすることにより、実際に歩行状態の区別ができる。この従来技術は、センサが、10mの信号配線を通じて増幅器に接続されているが、前述した従来技術1と比較すると、複数のセンサを人体各部に有線配置する必要がないため、配線によって体の自由な動きが妨げられることは少ないという利点を有している。

【0005】

【課題が解決しようとする課題】 前述した従来技術1は、手足の動きを含めた詳細な体動を検知することがで

(4)

5 きるものの、モニタに当たって複数のセンサを人体各部に有線により配置する必要があったため、人体の複雑な運動を妨げるという問題点を有しており、このため、個人の日常生活あるいは生産活動中の自然な体動を連続的に検出するために使用するには適さないという問題点を生じていた。

【0006】また、前述した従来技術2は、1つのセンサからの出力を信号処理して、複数の体動情報を得ようとしているので、個人の日常生活あるいは生産活動を妨げないセンサ実装のできる可能性がある。しかし、この従来技術2は、人の重心に近い腰の運動に注目し、一軸のみに感度を有する加速度センサによる信号を抽出して検出するため、人体各部の様々な動きを捉えることができないという問題点を有している。

【0007】すなわち、前述した従来技術は、いずれも、人体各所の動きの検出と、そのために必要な検出部（加速度センサなど）の数の低減とを両立させることが難しく、このため、体動センシングに基づく健康管理システムあるいは作業管理システムの実用化を考える場合、被測定者の体動に影響を与えることなく、必要とされる人体各部の体動情報を得ることが困難であるという問題点を有している。

【0008】そこで、センサを人体の1個所にだけ取り付けて、そのセンサで体動を捉えながら、その信号を処理することにより、人体各部の動きまでを把握できる体動センシングシステムを構成するためにどのような問題を解決すればよいかを考察すると、次の2つの問題が考えられる。

【0009】(1) 人の重心運動は、検出感度の大小や外乱の有無を別にすれば、検出部の位置によらず、ほぼ同一の周期的な変動信号を与える。重心に近い腰の位置が、感度的に適当であるので、多くの場合、センサは腰の位置に実装される。これに対して、重心以外の人体各部の動きは、検出部の位置により、信号波形の特徴そのものに変化を与えることがある。例えば、腕を持ち上げる場合、手首に付けた加速度センサは、腕の直接の運動に伴う加速度変化を直接検出するが、同じとき、背中に付けた加速度センサは、背中の筋肉の動きに伴う変化を検出する。体動センシングシステムの携行性を考える場合、小型の検出部を腰のベルトばかりでなく、例えば、胸のポケットにも実装することができる、あるいは、同じベルトでも、どの位置に検出部を設けてもよいといった実装の自由度が要求される。しかし、前述した従来技術に記載されたウエーブレット変換のように、信号波形の特徴を抽出して様々な体動を分析処理しようとする場合、こうした検出部の実装位置の違いは信号波形の特徴そのものに変化をもたらすので、誤検出など検出結果への影響が大きい。

【0010】(2) 重心以外の人体各部の動きを捉えようとする場合、一軸方向のみに感度を有するセンサ出力

6 だけでは、種々の体動を明確に捉えることができない場合がある。前述した従来技術のように、歩行時の重心運動を主たる計測対象とする場合、体の振動方向をほぼ1つの軸方向の運動で代表することができるので、センサが感度を有する向きをその方向に一致させ、出力信号を処理すればよい。これに対して、より複雑な体動をセンシングしようとする場合、一般には、独立な3つの軸方向の出力を得る必要が生じる。この場合、例えば、独立した複数のセンサを実装上1個所にまとめて携行する方法が考えられるが、前述のウエーブレット変換をそれぞれのセンサ出力にそのまま適用すると、信号処理の負荷が大きくなってしまふ。また、長期にわたってメンテナンスフリーな体動センシングシステムを考える場合、前述した複数の検出部の駆動に十分な給電方法を考える必要がある。加えて、携行に便利な装置を考えるには、情報を得るための検出部は、複数の情報を検出することが可能であって、かつ、小型に実装できる必要がある。

【0011】本発明の目的は、前述した従来技術の問題点を解決し、1個所で体動を捉えながら、その信号を処理することにより、人体各部の動きを把握することができる体動センシングシステムを提供し、また、このシステムを用いた作業管理システム及び健康管理システムを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明によれば前記目的は、少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段とを有する携行可能な体動センシングシステムにおいて、前記信号処理手段が、手動または自動で入力される、あるいは、すでに記憶された前記情報検出手段の実装位置情報に基づいて信号処理を行うことにより、また、前記情報検出手段と、前記信号処理手段と、前記情報検出手段の実装位置情報を与える位置情報入力手段とを、ほぼ同一の位置に一体実装したことにより、また、前記信号処理手段による信号処理が、入力信号から少なくとも1つの特徴量を抽出する処理手段と、抽出した特徴量または特徴量を基に算出された指標の値に基づいて体動を判定する体動判定処理手段とにより実行され、前記特徴量の抽出処理手段と、前記体動判定処理手段との少なくとも一方が、予め設けた複数のデータベースセットの中から前記情報検出手段の実装位置情報に基づいて、参照すべき前記データベースセットの少なくとも1つ選択、参照し、特徴量の抽出処理手段が特徴量の抽出を行い、体動判定処理手段が体動判定を行うことにより達成される。

【0013】また、前記目的は、前記情報検出手段の1つが、互いに独立な複数の情報それぞれに対する所定の検出感度をもって1つの出力信号を出力し、前記信号処理手段が、情報検出手段の出力信号に基づいて信号処理を行うことにより、また、複数の情報検出手段のそれぞれの出力信号を1つの信号を合成する信号合成手段を有

(5)

し、前記信号処理手段が、前記信号合成手段の出力信号に基づいて信号処理を行うことにより達成される。

【0014】また、前記目的は、少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段と、前記情報検出手段の実装位置情報を与える位置情報入力手段とを有し、前記信号処理手段による信号処理の主要な部分が、信号波形と予め設定した少なくとも1つの基準波形との相関評価であり、特にウェーブレット変換であり、前記相関の大きさを判定して体動のモードを識別する携行可能な体動センシングシステムにおいて、前記情報検出手段の実装位置情報に基づいて、前記基準波形を選択することにより達成される。

【0015】また、前記目的は、少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段と、前記情報検出手段の実装位置情報を与える位置情報入力手段とを有し、前記信号処理手段による信号処理の主要な部分が、信号のフーリエ変換を含む周波数領域での信号処理であり、信号処理によって予め設けた少なくとも一つの周波数領域の信号強度を抽出し、当該信号強度の大きさを判定して体動のモードを識別する携行可能な体動センシングシステムにおいて、前記情報検出手段の実装位置情報に基づいて、前記周波数領域を選択することにより達成される。

【0016】さらに、前記目的は、少なくとも1つの情報検出手段と、該情報検出手段の出力信号を処理して体動情報を得る信号処理手段とを有する携行可能な体動センシングシステムにおいて、前記情報検出手段と前記信号処理手段とが共通のシリコン基板上に集積化されて構成されたことにより、また、前記情報検出手段とは異なる位置に補助的情報検出手段を設け、該補助的情報検出手段を含む補助的情報検出部と、前記信号処理手段を含む信号処理部との間で無線による情報通信を行うことにより達成される。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明による体動センシングシステムの実施形態を図面により詳細に説明する。

【0018】図1は本発明の第1の実施形態による体動センシングシステムの構成を示すブロック図である。図1において、1は情報検出手段、2は位置情報入力手段、3は信号処理手段、4は表示・通信手段、5は電源部、7は携帯装置、21は位置情報入力部、22は位置情報入力部、23は記憶手段である。

【0019】本発明の第1の実施形態による体動センシングシステムは、人体に取り付ける携帯装置7として構成され、人体の変位、速度、加速度、回転角度、回転角速度等の体動情報を検出する情報検出手段1と、情報検出手段1の実装位置情報を入力する位置情報入力手段2と、信号処理手段3と、外部との入出力手段であり、例えば、液晶画面による表示や同画面によるタッチ入力、

8

有線無線による通信手段のインターフェイスである表示・通信手段4と、電源部5とを備えて構成されている。

【0020】前述において、情報検出手段1は、後述するように複数の検出素子（センサ）を用いる場合、それらをほぼ1つの場所に実装するようにしている。位置情報入力手段2は、当該位置情報入力手段の位置情報入力部21と、位置情報入力部21から得られた信号を信号処理手段3にどのように伝えるかを定める位置情報制御部22とにより構成されている。位置情報制御部22は、入力された位置情報を不揮発的に記憶できる記憶手段23を内部に備えている。信号処理手段3は、位置情報入力手段2から得られる位置情報102、106と、表示・通信手段4を介して外部から入力される信号104とを参照して、情報検出手段1の出力信号101を処理し、その結果を信号103として出力する。表示・通信手段4は、前述した機能の他にI/Oポートを含んでもよい。外部との通信を行うことなく携帯装置7を使う場合、表示・通信手段4は、一時出力先としての記憶手段を含むようにしてもよい。

【0021】位置情報102の内容は、システム移動中に切り替わる可能性があるため、位置情報制御部22は、常に新しい位置情報を記憶手段23に記憶保持する。また、位置情報制御部22は、記憶内容が更新された場合、記憶内容が更新されたことを信号107によって信号処理手段3に伝える。記憶内容の更新を伝える方法として、例えば、フラグの切り替え処理をしてもよい。信号107として、更新された情報をそのまま信号処理手段3へ伝えるようにすることもできる。信号105は、記憶された位置情報の読み出しの指示であり、信号106は、読み出された位置情報を示す。電源部5は、具体的には、充放電可能な電池で構成される。なお、図1に示す201は、表示・通信手段4を介して装置外部から無線により電力を供給する場合の電力供給信号を示す。

【0022】前述した各構成要素は、携帯装置7として、ほぼ同じ位置に携行可能な状態に一体に実装されている。そして、位置情報入力部21は、簡単には、携帯装置7に設けた切り替えスイッチである。例えば、携帯装置7の携帯場所を胸ポケット、腰側面、腰背面等到大別し、これらを図示する番号1、2、3にそれぞれ割り当て、実際に使用する場所毎にユーザが切り替えるようにする。図1において、スイッチのOFFの位置で装置の電源が切れるようにし、スイッチONと実装場所の選択とをユーザが同時にできるようにしている。位置情報入力手段21の切り替えが適切であれば、図1に示す携帯装置7は、種々の形態の体動について、より正しい体動情報を検出し、判断し、出力することができる。

【0023】例えば、腕を振る等、重心運動に反映しにくい体動の場合、情報検出手段1を含む携帯装置7の位置に依存して、検出される体動の特徴が著しく異なる場

(6)

9

合がある。このような場合、図1に示す手段は、位置情報入力手段2を切り替えれば、装置の位置に応じた最適な信号処理を行うことができる。切り替えが適切でない場合、詳細な体動情報は得られなくなるが、例えば、歩行に伴う周期的な振動等の体の重心に関する運動をほぼ正確に検出することができる。切り替えの種類は、必ずしも図示した種類である必要はなく、より細かい区分を設けても、より大きい区分であってもよい。例えば、体に付ける場合と鞆の中に携行する場合の2種類に大別してもよい。以下に説明するように、波形の特徴を分析、判断する信号処理方法を採用すれば、必要とされる信号の特徴さえ検出できれば、直接体の運動を捉えなくても、得られた情報を基に可能性の高い体動を推定することができる。

【0024】本発明の実施形態によるシステムは、前述したように、位置情報入力部21の切り替え位置の正否によらず、人の重心近傍の運動については、それなりの出力結果を得ることができる。このため、例えば、周期的な体動変化に注目する万歩計（登録商標）として使う場合のように、比較的荒い情報しか必要としないユーザは、切り替え位置を気にせずに通常のONスイッチと同じ感覚でスイッチを動かせばよい。また、カロリー消費量などについてより詳しい情報を欲しいユーザは、まめにスイッチを切り替えれば、より正確な情報を得ることができるので、幅広いユーザの要求に応えることができる。

【0025】もちろん、位置情報入力部21の実施形態は、図1に示す方法に限るものではない。例えば、位置情報入力部21は、切り替え位置に応じた複数のスイッチを設けておいて、それらをユーザが選択して押すようにしてもよいし、1つのスイッチを押す回数でOFF→1→2→3→OFFと選択するようにしてもよい。あるいは、画面に表示したメニューの中からユーザが画面をタッチして選択するようにしてもよい。さらに、図1に示す場合と異なり、携帯装置7のON/OFFスイッチを位置情報入力部21とは別に設けるようにしてもよい。この場合、一例として、ON/OFFの切り替えボタン（スイッチ）と、位置情報を1→2→3→1と繰り返し切り換えるボタン（スイッチ）の2つを設けておけばよい。携帯装置7のON/OFFスイッチを位置情報入力部21とは別に設ける場合、使用の度毎に位置情報を入力し直す必要はない。スイッチONに続いて、もし、位置情報入力部21から新たな入力102がなければ、記憶手段23には、前回までの位置情報がすでに格納されているので、信号処理手段3は、記憶手段23に対して必要な読み出しの指示105を行うと、前回記憶された位置情報106を得ることができる。このようにしておけば、ユーザが習慣的にほぼ同じ位置に携帯装置を所持する場合など、初回のみ位置情報を入力すればよい。信号処理の途中で新たな入力102があった場合、

10

位置情報制御部22は、記憶手段23の内容を更新すると共に、信号107で記憶内容の更新を信号処理手段3へ伝える。

【0026】信号処理手段3は、記憶内容の更新を受けて、一連の信号処理の後、新たな位置情報を読み出すようにすればよい。記憶された位置情報は、表示部4にそのまま表示するようにしてもよい。ユーザは、これを確認して納得の上、装置を携行することができる。なお、図1に示す切り替え式の位置情報入力部21は、切り替えスイッチの位置によって、機械的に位置情報が保持されるため、記憶手段23は必ずしも必要ない。この場合、スイッチを1度OFFして再度ONする場合、前述のようにスイッチのONの操作と同時に、スイッチの位置によって位置情報が自然に再入力されることになる。信号処理手段3は、そのスイッチの位置を参照して、信号処理を行う。

【0027】電源部5が、表示・通信手段4からの電力供給信号201による電力の供給を受けることは、基本的に外部から電磁波の形態で送られてきた信号を表示・通信手段4で受信することにより実現することができる。この場合、表示・通信手段4は、外部から送信された特定周波数の正弦波状の電磁波を受信し、正弦波状の電流あるいは抵抗を介して正弦波状の電圧信号を得、これを整流することにより直流電圧を得て、これを充放電可能な電源部5の電池の充電に使用することができる。無線により送信可能な電力は、一般には小さいが、遠距離の通信が可能であり、例えば、省電力化可能なCMOS中心の信号処理回路と電池とを組み合わせたシステムの電源供給手段として使用することができる。電源の供給は、常時実施してもよいが、電源部5の充電残量を電圧値などでモニタし、その結果、充電残量が所定の値以下となった場合に充電を開始するリクエストを外部の所定の装置に送信するようにしてもよい。

【0028】そして、図示システムにより検出された体動の情報から、対象のおかれた状況を判断することができるので、その結果に応じて、無線による電源供給を実施したり、実施しなかったりすることもできる。無線による電源の供給は、ある程度の電力を送信するので、その無線が精密機械や電気器具等に影響を及ぼす場合も想定できる。このため、例えば、体動の情報から電車の振動が検出され、対象が電車に乗っていると判断でき、所定の状況下にあると判断された場合に、所定の値以上の電力を要する外部との通信を停止すると共に、前述した充電開始のリクエスト送信をしない等として、通信のモードに関する切り替えをすることができる。ここで、通信モードとは、所定の電力以上の通信を制限する等の外部との通信における条件を分類して定めたものである。所定の情報のみを通信するといった情報の内容に係わる条件を通信モードとしてもよい。外部との通信をしない期間に出力された信号103は、表示・通信手段4に一

(7)

11

時出力先として設けることのできる記憶手段に記憶するようにすればよい。この表示・通信手段4に一時的に記憶された情報は、外部との通信可能な状況と判断された場合にまとめて通信するようにしてもよいし、あるいは、記憶された状態のまま、情報として活用するようにしてもよい。

【0029】なお、図1に示す実施形態は、連続的または所定の間隔毎に、あるいは、外部からのリクエスト信号に応じて出力信号103を外部に送信する場合を想定しているが、記憶内容を全て一時出力先である前述の表示・通信手段4内の記憶手段に保存するようにしてもよい。どのような状況でどのような通信モードを選択するかといった判断条件は、予め信号処理手段3あるいは表示・通信手段4の中で決めておくようにする。

【0030】図2は本発明第1の実施形態に備えられる情報検出手段1の構成例を説明する図であり、以下、これについて説明する。図2において、60はケース、61aは圧力検出手段、61bはダイヤフラム、62はシリコン基板、63は信号変換手段、64は質量体、65は変形体、66接続手段、67はコネクタである。なお、図2(a)は情報検出手段1の断面図を示しており、図2(b)はその上面図を示している。

【0031】複雑な体動を検出しようとする場合、3自由度の振動や回転運動等の複数の互いに独立な情報を同時に検出可能であることが好ましい。一方、そのために情報検出手段1として、数多くのセンサを集めて実装すると、装置の大型化を招くと共に、コストアップの問題の生じる場合がある。図2に示す情報検出手段1は、x、y、zの3自由度の振動変化を1つのセンサチップでまとめて捉えることができるように構成されている。そして、情報検出手段1は、ケース60内に収納されたシリコン基板62上に設けたドーム状構造の圧力検出手段61aと、圧力検出手段61aのドーム状構造の天井部に設けた円形のダイヤフラム61bと、シリコン基板62上に設けた信号変換手段63と、質量体64と、変形体65とにより構成される。

【0032】前述において、ダイヤフラム61bの構造は、必ずしも円形である必要はなく、例えば、四角形あるいは一般の多角形であってもよい。ダイヤフラム61bが圧力検出面である。ダイヤフラム61bは、圧力を受けると変形するので、その変形をピエゾ抵抗効果や静電容量変化を通じて検出すれば、圧力変化を電気的に検出することができる。圧力検出手段61aの構造は、犠牲層エッチングと呼ばれる表面マイクロマシニング技術を使うことによって、シリコン基板62の表面に構成することができる。シリコン基板62上に設けた信号変換手段63は、圧力検出手段61aがダイヤフラム61bの変形を静電容量変化によって検出する場合、その静電容量(C)の変化を電圧(V)の変化に変換するようにすることが信号の取り扱いに便利であるのでその変換を

12

行う。また、信号変換手段63は、圧力検出手段61aであるセンサ出力が一般に非線形な応答を示すので、センサ出力の直線性を補償したり、また、補償後の直線出力の傾きやゼロ点を調整する処理を行う。信号変換手段63は、これらの処理をするためのA/D変換部、メモリ部、演算回路、D/A変換部、アナログ回路、保護回路などの機能を半導体プロセスによって集積化したものである。もちろんより高度な信号処理回路を信号変換回路63に加えてもよい。

【0033】質量体64は、前述した圧力検出手段61a上のダイヤフラム61bを覆っている変形体65に接するように設けられており、体動に応じて変形体65を変形させる。質量体64は、例えば、アルミニウム等の金属の板で形成されており、また、変形体65は、例えば、シリコンゲルであり、耐環境性を考えると、フッ素系のシリコンゲルが望ましい。質量体64と変形体65とは、図2(a)に示すように相互に直接触れる形で実装してもよいし、あるいは、変形体65の表面に薄膜を設け、その薄膜の上に質量体64を設けるようにしてもよい。あるいは、変形体65の内部に質量体64を設けるようにしてもよい。

【0034】図示の情報検出手段1におけるシリコン基板22とその外部とは、接続手段66により外部との接続のためのコネクタ67に電気的に接続される。接続手段66は、例えば、金線やアルミニウム線であり、接続は、ワイヤボンディングで実現することができる。また、図2には省略して示していないが、ケース60には蓋を設けて、質量体64や変形体65に指が触れるなどしないようにしておくことが望ましい。また、前述した圧力検出手段61aと信号変換回路63とは、例えば、3mm角、厚さ0.5mmといった小型のシリコン基板62上に集積化することができ、ケース60の大きさは、携帯装置7の本体と比べて充分に小さくすることができる。

【0035】次に、図2に示す情報検出手段の機能を説明する。いま、例えば、図2(b)のx(あるいはy)軸方向に体の動きがあると、質量体64には慣性があるため、変形体65を引っ張りながら、体の動きと反対に移動し、変形体内部に歪みを与える。同様に、図2

(b)の紙面に垂直なz軸上方に体動があれば、質量体64は、変形体65を圧縮し、z軸下方に体動があれば質量体64は、変形体65を引っ張るように相対的に運動する。変形体65の変形は、内部の応力変化を通じて、圧力検出手段61aのダイヤフラム61bに変形をもたらすので、これを電気的に検出すれば、体動の発生を検知することができる。一般に、x、y、z軸それぞれに加わる体動変化が重ね合わさるので、圧力検出手段61aは、複雑な信号波形を出力するが、特徴的な体動に伴って出力される信号の波形を基準波形として予め記憶しておけば、その基準波形と信号波形との相関を大小比

13

較することで、特定の体動を抽出分離することができる。本発明の第1の実施形態によると、センサの1つの出力波形には3つの空間自由度に対応する体動変化が、ある部分は強め合い、ある部分は弱めあつて特有の信号となるため、その信号の特徴を抽出することにより、体全体の動きを総括的に捉えることができる。

【0036】ここで、x軸方向とy軸方向の同じ運動を考えてみる。仮に質量体64の中心とダイヤフラム61bの中心とを、xy面内において一致させておくと、この場合、変形体65には方向のみ異なる同じ変形が加わるため、軸対称なダイヤフラム61bでは両者を区別することができない。これを回避するために、軸対称性のないダイヤフラムを設計したり、あるいは、変形体65の硬さや種類を非軸対称にするなどしてもよいが、簡単には、図2(b)に示すように、質量体64とダイヤフラム61bとの中心をずらすようにし、特に、図2

(b)に示すように、質量体64とダイヤフラム61bとの中心とのy方向の寸法aとx方向の寸法bとを異なるようにしておけばよい。これにより、x軸方向とy軸方向との感度の縮退を解くことができる。より一般的には、質量体64の中心あるいは重心を通り、前述の圧力検出手段61aの圧力検出面であるダイヤフラム61bと直交する軸と、圧力検出手段61aの圧力検出面であるダイヤフラム61bの中心ないしは重心を通り、当該圧力検出面と直交する軸とが、互いに重ならないようにすればよい。

【0037】通常のセンサの使い方は、x軸の感度とy軸の感度とをなるべく正確に合わせておき、両者の信号を独立に処理するというものであるが、本発明の実施形態は、これらの2つの感度を敢えて揃える必要はない。なぜなら、予め用意した基準波形と信号波形との相関評価を前提とすれば、感度の一致よりも体動毎に特徴的な信号の得られることの方が重要だからである。信号重畳の方法により、特定の信号の特徴的な変化をむしろ強調するように波形合成することもできる。このような方法が可能であるのは、システム応用毎に注目したい体動を比較的限定することができるので、あらゆる体動を一様に検知する必要が必ずしもないからである。

【0038】各軸方向の変化を独立に捉える必要がある場合には、圧力検出手段61aをシリコン基板上に複数設け、それらの信号を独立に取り出すようにしてもよい。シリコン基板のどの部分に圧力検出手段を設けるかによってそれぞれの感度が異なるため、得られた信号を比較処理することにより、3自由度それぞれの運動を抽出することができる。

【0039】圧力検出手段61aとして、静電容量式の圧力計測を使用すると、原理的に低段差のドーム構造で高い検出感度を得ることができる。これは、ダイヤフラム61b、基板62のそれぞれに相対する電極を設けて静電容量変化を捉えるようにすると、その電極の間隔が

(8)

14

狭いほど、変形に対する検出感度を高くすることができるからである。変形体65の変形を的確に捉えるために、大口径低段差のダイヤフラムを設けるようにしてもよい。ダイヤフラム自体の周波数応答性は充分高くすることができるので、圧力検出手段としての周波数応答性は、変形体65であるシリコンゲルの量や硬さによって調整することができる。

【0040】図3は本発明の第1の実施形態における信号処理の一例を説明する図であり、以下、これについて説明する。図3において、31はA/D変換処理部、32は特徴量抽出処理部、33は体動判定処理部、34はデータベース選択処理部、35はデータベースセットであり、他の符号は図1の場合と同一である。

【0041】前述までに説明した信号処理手段3は、図3に示すように、情報検出手段1からの信号をA/D変換するA/D変換処理部31と、A/D変換された信号から信号の特徴量を抽出する特徴量抽出処理部32と、抽出された信号の特徴量を基に体動を判定する体動判定処理部33と、データベース選択処理部34と、データベースセット35とを含んで構成されている。特徴量抽出処理部32と体動判定処理部33との少なくとも一方は、予め記憶されたデータベースセット35に含まれる少なくとも1つのデータベースをそれぞれ参照して(108、109)信号処理を行う。例えば、特徴量抽出処理部32は、基準となるデータとの相関評価をする場合、その基準データを位置情報に応じて切り替えるようにする。また、体動判定処理部33は、特定のパラメータの値について閾値との大小比較をして体動判定する場合、そのパラメータの種類や閾値を位置情報に応じて選択し、切り替えるようにする。ここで、参照されるデータベースは、位置情報入力手段2で得られた実装位置情報102を基に、データベース選択処理部34が、複数のデータベースセットの中から選択するようにしている。データベースセットの数は、要求される体動検出の種類や精度に応じて設定すればよい。データベース選択処理部34は、データベース選択際、位置情報制御部22に含まれる記憶手段23に記憶された実装位置情報を参照するようにしている。位置情報入力手段2に新たな信号入力があった場合、位置情報制御部22は、位置情報に変更のあったことを信号107として出力する。この信号107を受けたデータベース選択処理部34は、記憶手段23を参照し(105)、位置情報(106)を得るようにしている。

【0042】本発明の第1の実施形態は、予め記憶した信号データと、測定によって得られた信号データとの特徴比較によって体動判定する方法を採用している。その特徴は、位置情報入力手段2から得られた実装位置情報に基づいて、データベースセット35を切り替えてデータベースを選択する点にある。体動に伴う振動成分などの特徴量は、一般に、携帯される体動センシングシステ

(9)

15

ムの携帯位置に依存して変わるが、実装位置情報に応じて、比較基準となるデータベースを切り替えることにより、体動の正しい判別を行うことができる。

【0043】なお、前述の信号処理過程は、デジタル信号処理を前提としたものであるが、同様の処理をアナログ回路を中心に実施するようにしてもよい。例えば、基準信号を発生する信号発生手段と、この基準信号と入力信号との積を演算して相関強度を出力するロックインアンプとを組み合わせると、基準信号と入力信号との相関評価を実施することができる。この場合、位置情報入力手段2の入力信号102に基づいて信号発生手段で発生する基準信号を切り替えるようにすればよい。また、1つの信号発生手段が発生する基準信号を切り替える代りに、複数の信号発生手段を設けて、各信号発生手段から出力される基準信号を適宜切り替えて使うようにしてもよい。

【0044】体動判定処理部33が体動判定を行う場合、外部からの参照情報104によって判定が容易になる場合がある。例えば、作業管理システムにおいて、作業者がどの区画にいるかが分かると、区画毎の作業内容を限定することができる場合があり、特定の区画内での作業がバルブの開閉のみである場合、ほぼ周期的な腕の動きから、バルブ開閉作業をしていることが判る。また、利き腕とその動きから、開閉の方向を推定できる場合もある。外部からこのような参照情報104が与えられると、体動判定処理部33は、体動の詳細な推定を行うことが可能となる。

【0045】図4は周波数領域における相関評価の一例を説明する図であり、以下、これについて説明する。

【0046】図4に示す例は、データベースとして、基準信号のスペクトラム強度情報を使用するものとしている。具体的には、図4(a)に基準データとして示すように、領域0からn(整数)に分離した周波数領域毎に信号強度を割り当てたものを、1まとまりのデータベースとしている。ここで、周波数領域mのスペクトラム強度 $F(m)$ は、領域に関する合計が1になるように規格化されている。このデータベースは、例えば、歩行するといった1つの体動モードを代表するもので、図の例では周波数領域kの強度が周辺の周波数領域と比べて著しく大きい点に特徴を有する。データベースに含まれる基準データとの比較処理をするために、情報検出手段1から得られた信号も周波数領域の信号に変換する。具体的には、図3により説明したA/D変換部31でのA/D変換の後、特徴量抽出部32において、高速フーリエ変換(FFT)の手法を用いてスペクトラム強度分布を得るようにする。その結果の一例を図4(b)に観測データとして模式的に示している。この観測データによると、周波数領域kの信号強度は、周辺の周波数領域の値と同程度に小さいので、基準データに該当する体動モードとは異なることが見てとれる。

16

【0047】基準データと観測データとの比較は、図3に示した体動判定部33で実施される。その際、例えば、位置情報入力手段2から、『腰の位置後方』という情報102が入力されていれば、記憶手段23にはその情報が記憶されているので、データベース選択部34は、その位置情報に適したデータベースを選択する。ここで位置情報に適したデータベースとは、例えば、予め本発明に係わる体動センシングシステムを『腰の位置後方』に取り付けて検出信号101を採集する、あるいは、同一の条件をシミュレーションによって再現して検出信号101を予測することによって作成されたデータベースを意味する。得られた情報をそのままデータベースとする代りに、信号の特徴のみを抽出加工してデータベースとするようにしてもよい。選択されたデータベースは、体動判定33部での体動判定に利用される(109)。体動判定とは、この場合、基準データと観測データとのスペクトラム強度分布 $F(m)$ と $G(m)$ とを比較することである。

【0048】具体的には、図4(a)、図4(b)の下方に演算方法として示すように、各周波数領域m毎に信号強度 $F(m)$ と $G(m)$ とのうち小さい方を選択すれば、図4(c)に示すように両者の重なり部分 $H(m)$ を抽出できる。重なり部分が大きいほど相関が大きい。従って、 $H(m)$ の和を周波数領域mについて求めた値を、相関強度の指標として利用することができる。図4に示す例の場合、すでに説明したように周波数領域kの信号強度が観測データにおいて小さいので、相関強度は小さい。体動判定部33による体動判定は、選択したデータベースに含まれる代表的な体動モードのそれぞれについて、前述したような比較処理を繰り返し、その中で最も相関の大きな体動モードをもって、観測された体動と判定するように行われる。この場合、相関強度の指標は、ある閾値より大きいことを判定の前提としておくとよい。なぜなら、実際の体動が、予め用意した何れの体動モードにも一致しない場合があるからである。このような場合、得られる指標は何れも小さいが、信号雑音などの影響で何らかの値を持つため、それらを信頼できる値として大小比較をしてしまうと、誤った結果を出力することになる。指標がある値より大きいことを条件とすれば、有意な信号のみを判定処理に使うことができる。

【0049】前述で説明した相関評価は、特定の周波数領域のみについて実施してもよい。前述の例は、周波数領域kに注目することにより、特定の体動モードを抽出することができる。注目すべき1つの周波数領域あるいは複数の周波数領域は、体動判定において、位置情報入力手段2から得られた情報(102、107、109)を参照して選択することができる。

【0050】なお、前述した本発明の実施形態は、実際の体動が、予め用意した何れの体動モードにも一致しない場合、『判別不能』という情報を出力をする。判別不

(10)

17

能という結果には、逆に『予め用意した何れの体動モードにも一致しない』という情報が含まれるので、後述するシステムの応用の場合にも観測情報の一つとして有効に活用することができる。

【0051】複数のデータベースのそれぞれに用意する体動モードは、数が多いほどの確な判定ができるが、データベースの量が膨大になるという問題がある。この場合、システムの目的に応じて、代表的な体動モードを選択することにより、データ量を低減することができる。体動モードを限定すると判別対象とする体動が少なくなるように思われるが、実際の体動は、基本モードの組合せで表現できる場合が少なくない。このような場合、相関強度の指標の最大値のみでなく、一連のモードの繋がりと各モードに対する指標の値の比率とを考慮することによって、より複雑な動作を判別することができる。例えば、腰をかがめる、手を動かすといった2つの体動モードが続いて発生し、なおかつ、指標の値が所定の大きさと比率とを持っている場合、これを1つの動作として認識するようにすればよい。作業の環境情報を参照信号104として得ることができれば、この動作が『草をむしる』動作であるのか、『足元の配管バルブを開閉する』動作であるのか等を区別することもできる。そして、指標の和の値、あるいは、モード毎に重み付けした和の値を改めて1つの指標とすることにより、一連の動作を代表することもでき、基本となる体動モードの組合せを1つの動作として認識することにより、データベースの量を大きく増やすことなく、高度な体動を表現することができる。

【0052】図5は時間領域における相関評価の一例を説明する図であり、以下、これについて説明する。図5において、32aは相関評価部、32bはバイアス検出部であり、他の符号は図3の場合と同一である。

【0053】図5に示す例は、データベースとして、有限長さの基準信号波形を複数使用するものとしている。これらの基準信号波形は、実験あるいはシミュレーションによって、体動センシングシステムの携行位置に依存して各体動モード毎に得られる信号波形の特徴を抽出、加工したものである。信号106aは、基準波形あるいは基準波形のセットを選択するための実装位置情報である。信号106bは、体動判定部33において参照する実装位置情報である。信号106a、106bは、すでに説明した位置情報制御部22から基準波形選択部34と体動判定部33にそれぞれ提供される。なお、図5には、位置情報制御部22からの情報読み出しに関する信号105を省略して示していない。相関評価部32aは、検出信号波形と基準波形との相関評価を行う。体動判定部33は、例えば、実装位置情報106bを基に判定閾値を変更するようにする。体動センシングシステムの実装位置によっては、特定の体動モードの検出信号が相対的に小さくなる場合があるが、実装位置情報106

18

bを参照して適切な閾値を設定すれば、より正しい体動検出をすることができる。実装位置情報106bを参照して決めることのできる内容は、閾値の設定に限るものではない。例えば、相関評価部32aが、複数の基準波形との相関評価を行う場合、基準波形毎の重みを実装位置情報106bに依存して変更することもできる。これによって、システムの携帯位置に依存して得られる信号波形の特徴が変化する場合でも、正しい評価結果を得るようにすることができる。

【0054】相関評価部32aでの評価に当たっては、予め検出信号の直流（バイアス）成分をバイアス検出部32bにおいて検出して除去しておくことにより、信号の交流的な特徴のみを容易に抽出することができる。すなわち、基準信号波形としては、信号の交流的特徴のみを抽出しておけばよい。一方、信号の直流（バイアス）成分にも有用な情報が含まれている場合が少なくない。例えば、信号検出に加速度センサを使用する場合、そのセンサの実装方向を工夫することにより、直流（バイアス）成分の値から、人が立っているか、横たわっているかを判別することができる。体動判定部33は、相関評価と共に、バイアス検出部32bで分離した信号の直流（バイアス）成分の値を判定処理に使用する。具体的には、交流成分がほとんどゼロであり、相関評価の結果が判別不能であっても、直流（バイアス）成分に有意な値、例えば、重力加速度に相当する値が示されていれば、加速度センサが重力を検知できる向きにあることが判り、その結果、例えば、人が横になっているとの判別を行うことができる。また、もし、交流成分に呼吸の周期に相当する緩やかな変化や、寝返りなどの変化があれば、総合的に寝ていることが判る。これに対し、交流成分が一定の時間以上ほとんどゼロ（所定の閾値以下）であれば、事故の発生等緊急状態となっていると推定することができる。

【0055】相関評価の方法には、前述した以外に種々の方法があるが、次に、基準波形と観察信号波形との直接比較による方法と、ウェーブレット変換による方法とについて説明する。

【0056】基準波形と観察信号波形とを直接比較する方法は、有限時間サンプリングした波形と、予め用意した各基準波形との相関の大小を評価する。相関評価の方法は、例えば、図4(a)、図4(b)に示すデータの縦軸をスペクトラム強度から時間毎の信号強度に、横軸を離散化された周波数から離散化された時間に置き換えて、図4により説明した方法をそのまま使うことを可能としたものである。ここで問題となるのは、各体動モード毎にかかる所要時間がそれぞれ異なるという点である。異なる所要時間の体動モードを効率よく検出する方法として、所要時間分だけの観測波形を切り出し、波形の伸縮、つまり時間正規化処理を施し、信号波形を所要時間について正規化する方法がある。体動モード毎の所

(11)

19

要時間は、例えば、ノイズを平均化した後の信号の微分値がほぼゼロの状態から所定の閾値以上になった時点をもその体動モードの所要時間の開始とし、再びゼロの状態に戻るまでの時間を所要時間とすることができる。歩行のように明らかな周期性を有する運動、あるいは、柵の上に繰り返し物を持ち上げるような擬似的周期性を有する運動の場合、繰り返しの単位を以って所要時間とすればよい。

【0057】繰り返しの単位は、例えば、サンプリング信号にFFTを施し、直流成分から離れた領域に突出したスペクトラム強度を有する周波数領域の値から求めることができ、あるいは、自己相関関数によって周期を検出することによって求めるようにしてもよい。逆に、スペクトラム強度において突出したピークを持たない信号、あるいは、直流成分の近傍のみにピークの集中している信号については、前述のように、信号微分成分の変化に注目すればよい。基準波形と観察信号波形とを直接比較する方法は、際立った周期性のない信号の詳細な解析に適している。

【0058】ウェーブレット変換による方法は、信号106aを基に基本となるウェーブレットの種類を選択して実行することができる。また、信号106bによって、注目すべき判定領域を選択することであってもよい。これらの内容を判り易くするため、ウェーブレット変換について簡単に説明をする。ウェーブレット変換は、まず、有限時間だけ振動を示す波束の形を選択する。これをウェーブレットと呼ぶ。この選択したウェーブレットを、時間軸に沿って移動させながら、実際の信号との相関評価を行う。これがウェーブレット変換の基本となる。ウェーブレット変換は、更に、ウェーブレットを時間軸に沿って伸び縮み（スケール変換）させ、その伸縮させたウェーブレットと、実際の信号との相関評価を繰り返す。その結果、ウェーブレット変換の出力結果は、一般に、2次元のマップ状になる。例えば、横軸に時間、縦軸にスケール変換の大小を採ると、基本ウェーブレットに対してより細かい、あるいは、粗いスケールの振動が、ある時刻を中心に発生しているなどの情報を得ることができる。実際のウェーブレットの選択は、計算の都合により、満たすべき条件が与えられる場合があるものの、基本的には測定対象とする信号波形の特徴に強い相関を示す波形を選択すればよい。

【0059】本発明の実施形態において、ウェーブレット変換による方法を使用する場合、信号106aに基づいてウェーブレットを選択するようにしているので、体動センシングシステムの実装位置毎に異なる信号波形の特徴を詳細に捉えることができる。また、信号106bに基づいて注目すべき体動モード毎に発生する信号の特徴的スケールや時間を選択できるので、そのスケールや時間と関係のないスケールや時間に混入する雑音の影響を受けにくいという特徴を得ることができる。

20

【0060】図6は体動モードに特徴的な信号波形の例を説明する図である。図6に示す例は、情報検出手段1として、1軸の加速度センサを使用した場合の信号の例であり、センサは、地面に対して垂直な方向を中心に有意な感度を有するものとするとする。

【0061】図6(a)に示す例は、椅子から人が立ち上がる場合の例、図6(b)に示す例は、椅子に人が座る場合の例を示している。椅子から人が立ち上がる場合、最初速度変化、短い等速運動、最後の速度変化が組み合わされた信号波形が得られる。椅子に人が座る場合、速度変化の方向が逆になると共に、着座に伴う細かい衝撃振動波形が重畳したものが得られる。椅子から立つという体動モードを抽出するには、例えば、図6

(a)に示す波形をウェーブレットとすればよい。実際には、得られる波形の振幅は必ずしも一定ではなく、また早く座る、ゆっくり座るといった時間スケールの変化も予想されるが、ウェーブレット変換によれば、スケール変換を含む時間的相関評価ができるので、動作の速さに影響されずに、どの時点で同じ体動モードが生じたのかを把握することができる。同様に、椅子に座るといった体動モードを抽出するには、基本的には、上記基本ウェーブレットと正負が逆のウェーブレットを用いれば、同様の相関を得ることができる。加えて、着座に伴う振動は、基本ウェーブレットを時間軸上に圧縮した細かいスケールに現れるので、スケールの異なる領域の相関を一緒にとれば、類似の体動モードとの区別をより明確にできる。具体的には、大きなスケールで『座る・しゃがむ』の動作に相当する有意な相関があり、相関があった時刻（特にその後半）に細かいスケールでも『着座振動』に相当する有意な相関があれば、可能な体動モードの中から『椅子に座る』というモードを特定することができる。図6に示す例では、簡単のために1軸の加速度センサを使用したとして説明したが、より複雑な信号波形に対しても同じ方法を適用することができる。

【0062】図7は本発明の第2の実施形態による体動センシングシステムの構成を示すブロック図である。図7において、1a、1b、1c、・・・は情報検出手段、11は信号合成手段であり、他の符号は図1の場合と同一である。

【0063】図7に示す本発明の第2の実施形態は、複数の情報検出手段1a、1b、1c、・・・を使うことを前提としている。情報検出手段として、図2により説明したような複数の自由度に対して有意な感度を有する1つのセンサを使用すると、このセンサからの信号は、これらの自由度に相当する情報を含みながら、1つの信号波形で記述できる信号を得ることができるので、得られた信号波形から、相関評価等によって、各体動モードの情報を抽出するようにできる。これに対して、複数の情報検出手段を用いる場合、それぞれの信号に対して相関評価をする必要があるため、信号処理の負担が大き

(12)

21

なる。しかし、一方で、実際には既存のセンサを複数組み合わせ使用したいといった要求もある。

【0064】本発明の第2の実施形態は、このような要求を満たすことができるものであり、図7に示すように、複数の情報検出手段1a、1b、1c、・・・から得られた信号を、信号合成手段11によって予め1つの信号に重畳して使用することとしたものである。信号の重畳によって、処理すべき信号が1つになるので、信号処理の規模が情報検出手段の数に応じて増えることはない。また、信号処理に相関評価を使うことにより、重畳した信号から、必要な情報を後から抽出できるので、重畳前の必要な情報を失わないようにできる。加えて、本発明の第2の実施形態は、図7からも明らかなように、信号重畳によって検出信号101を得た後、前述した本発明の第1の実施形態の場合と同一の信号処理を実施できるので、情報検出手段の構成によらず、第1の実施形態の場合と同一のシステム構成を採用することができる。

【0065】信号重畳手段11は、簡単には個々の情報検出手段1a、1b、1c、・・・から得られた信号を加算処理し、加算後の振幅最大値を規格化して出力するように構成されればよく、また、加算の際に情報検出手段毎に異なる重み付けをするようにしてもよい。また、信号をそのまま加算する代りにデシベル値での加算、すなわち、各信号の対数値を加えあわせるようにしてもよい。さらに、各信号を任意の関数変換した後に加えあわせるようにすることもできる。より一般には、各信号の値を引数とした多変数関数の形で出力101を決めるようにしてもよい。具体的には、演算処理によって出力を決めるばかりでなく、マップを参照することにより、任意の値を逐次出力するようにしてもよい。信号重畳手段11による信号重畳の方法は、信号処理に許される規模に応じて種々の合成方法を探ることができるが、各信号の波形の特徴が失われない合成をすることが重要である。合成の仕方を工夫することにより、信号の変化を強調するような合成を行うことができる場合がある。

【0066】信号処理手段3は、信号処理の負荷に余裕があれば、必要に応じて、一部の信号を重畳せずに取り出して信号処理に使用してもよい。その一例を説明する。情報検出手段1a、1b、1cがそれぞれx、y、z軸方向に感度を有する加速度センサであるとする。信号合成手段11は、各出力の二乗の和を求め、その平方根を採り、加速度ベクトルの大きさを求める。これに加えて、信号合成手段11は、図には示していない別の信号処理により、ベクトルの方向余弦を算出するようにすれば、加速度ベクトルの方向を求めることができる。そして、信号処理手段3は、比較的粗い精度の体動検出には、前述の信号合成手段11の出力であるベクトルの大きさのみを使用するようにし、より細かい精度の体動検出には、適宜、上記ベクトルの方向に関する情報を参照

22

するようにすることができる。このような方法を探ることにより、本発明の第2の実施形態は、大部分の信号処理の負担を軽減しながら、必要な部分のみ、細かい信号処理を施すことができ、効率的な信号処理をすることが可能となる。なお、前述の参照情報としては、ベクトルの方向に関する情報のみではなく、例えば、回転角速度のように、種々の情報を組み合わせることができる。

【0067】図8は本発明の第3の実施形態による体動センシングシステムの構成を示すブロック図である。図8において、36は実装位置自己判定処理部、37は基準体動モード検出処理部、38は選択・照合処理部、39は判断・出力処理部であり、他の符号は、図3の場合と同一である。

【0068】前述までに説明した本発明の第1、第2の実施形態は、情報入力手段2の情報入力部21に入力する実装位置情報をマニュアル操作で入力するものとして説明した。一般に、携行可能な体動センシングシステムは、体のどの部分に実装されているか、あるいは、鞆に入れているか、その自己判定が難しいため、利用者本人がそれを選択することが望ましい。しかし、例えば、最初胸ポケットに入れるように選択した装置をそのまま鞆にほうり込んで使い続けるといった場合も考えられる。このような場合、位置情報を自動設定することが可能であると、使い勝手の向上を図ることができる。

【0069】本発明の第3の実施形態は、位置情報を自動設定することを可能としたものであり、図8に示すように、信号処理手段3の内部に実装位置自己判定部36を設けて構成したものである。実装位置自己判定処理部36は、基準体動モードを検出する基本体動モード検出処理部37と、予めデータベース35に蓄積された情報を逐次選択して照合する選択・照合処理部38と、照合の結果、現在のシステム実装位置を判断し、その結果記憶手段23に記憶されている実装位置情報と一致しない場合に、記憶手段23の内容を変更する出力信号110を送る判断・出力処理部39とから構成される。ここで、基準体動モードとは、対象とする人の活動の中で比較的頻繁に起こり、再現性のよい体動モードのことで、例えば、歩行状態である。データベース35には、体動センシングシステムを代表的な位置に携行した場合の基準体動モードデータが記憶されている。システムの稼動中、基準体動モード検出処理部37が基準体動モードを検出すると、選択・照合処理部38は、前述の基準体動モードデータを参照しながら、各実装位置に応じたデータとの相関の大小を評価する。その結果、判断・出力処理部39は、雑音レベルに対して有意な強度を持ち、かつ、最も大きな相関を持つ実装位置を以って、現在の携行位置と推定する。当然のことながら、位置情報入力手段2に常に正しい情報が入力されていれば、判断・出力処理部39の結果は、記憶手段23に記憶されている内容と一致する。しかし、ここでもし両者が異なる場合、

(13)

23

判断・出力処理部39は、入力情報が異なると判断し、記憶手段23の内容を正しいと推定される内容に変更する。

【0070】前述したような実装位置の自己判定の処理は、基準検出モードが検出される毎に実施してもよいし、一定の検出回数毎に実施してもよい。あるいはまた、実装位置の自己判定の処理は、装置の付け替えに相当する大きな振動が検出された場合に自動的に実行するようにしてもよい。また、判断・出力処理部39による記憶内容の変更110も、前述の不一致が検出される毎に実施してもよいし、一定の検出回数毎に実施してもよい。装置の稼動前に、記憶手段23に最も可能性の高い実装位置情報を入力しておけば、前述したような手法を使用することにより、位置情報入力手段2からのマニュアル入力をまったくなしに、情報の自己補正をしながら、システムを稼動させるようにすることもできる。この場合、学習機能を組み合わせて、稼動毎により正しい位置情報を記憶手段23に入力しておくようにすることもできる。なお、基準体動モード検出処理部37としては、通常の体動モード検出処理部そのものを使用することができ、また、通常の体動モードを検出した結果、それが基準体動モードと判断された場合、所定の検出回数毎に前述した実装位置の自己判定をするようにしてもよい。

【0071】図9は本発明の第4の実施形態による体動センシングシステムの構成を示すブロック図である。図9において、8は補助的情報検出装置、81は生体情報検出手段、82は生体情報処理手段、83は表示・通信手段、84は電源部であり、他の符号は図1の場合と同一である。

【0072】前述までに説明した本発明の各実施形態は、情報検出手段1と、信号処理手段3と、情報検出手段1の実装位置情報を入力する位置情報入力手段2とを、ほぼ同じ位置に一体に実装した携帯装置7として構成したものであった。しかし、例えば、健康管理に係るシステムに携帯装置7を適用しようとする場合、体動だけでなく、体動と相関のある各種の生体情報を検出したいという要求もある。例えば、脈拍、血圧、心電図、体温、呼吸に係わるガスの成分等を同時計測することにより、身体の生理的状態を詳細に知ることができる。これらの検出は、人体のどこでも実施できるというものではなく、例えば、脈拍であれば脈の採れる位置に、呼吸に係わるガスの成分であれば、呼吸に係わるガスが触れる位置に検出部を設ける必要がある。図9に示す本発明の第4の実施形態は、携帯装置7に加えて、このための別の補助的情報検出装置8を設けて、生体情報をも検出することができるようにした例である。そして、図9に示す例は、補助的情報検出装置8を、腕に実装可能な腕時計状の形態として構成したものである。なお、補助的情報検出装置8の形状は、これに限るものではない。

24

【0073】補助的情報検出装置8は、生体情報検出手段81と、生体情報検出手段81により検出された検出信号111に対する処理を行う生体情報信号処理手段82と、生体情報信号処理手段82からの処理後の出力信号112や信号処理のための参照信号113の入出力に係わる表示・通信を行う表示・通信手段83と、電源部84とにより構成される。電源部84は、図1により説明した場合と同様に、表示・通信手段83を経て外部から供給された電源を電源パワー202として受け取ることができる。表示・通信手段83は、名前の通り、出力結果を表示する表示手段があってもよい。図9に示す装置8は、模式的に示しているように表示部を有している。

【0074】生体情報検出手段81は、脈拍や血圧を検出するのであれば圧力検出手段を、心電図を採るのであれば検出のための電極手段を、体温を検出するのであればサーモパイル、熱伝対、赤外線センサ等の温度検出手段を、呼吸に係わるガスの成分分析をするのであれば二酸化炭素センサ等のガス検出手段を使用して構成することができる。図9には、これらを生体情報の検出手段を、生体情報検出手段81としてまとめて示している。また、生体情報検出手段81は、腕時計状の装置を使用して手首で脈拍を計測を行うと同時に、ネックレス状の装置を使用して呼吸に関するガスの検出を行うというように、同様の補助的検出手段を複数設けて構成してもよい。複数の生体情報を検出する場合、どの生体情報を検出するかは、外部からの参照信号113によって選択すればよい。この場合、携帯装置7から、あるいは、携帯装置7の外部から携帯装置7を経て、通信によってリクエストされた情報を、装置毎に再び通信により出力することができる。

【0075】信号処理手段82は、前述下生体情報検出手段81の出力信号から、更に必要とされる情報を抽出する。必要とされる情報とは、脈拍や血圧を検出するのであれば単位時間当たりの脈拍数や血圧の変化あるいはそれをA/D変換したデジタル値であり、心電図を採るのであれば電位変化あるいはそれをA/D変換したデジタル値であり、体温を検出するのであればサーモパイル、熱伝対の起電力や赤外線センサの出力を基に演算した温度の値であり、呼吸に係わるガスの成分分析をするのであれば二酸化炭素の濃度あるいはそれをA/D変換したデジタル値またはその濃度の周期的変化から得られる呼吸の回数等である。

【0076】表示・通信手段83は、信号処理手段82により信号処理された情報を有線あるいは無線の形態で携帯装置7へ伝達する。表示・通信手段83は、逆に、携帯装置7の体動情報や、携帯装置7の表示・通信手段4を介して携帯装置7が外部から得た情報を得ることができる。体動情報と生体情報とは互いに相関があるので、補助的情報検出装置8の信号処理手段82が実施す

(14)

25

る信号処理と携帯装置7の信号処理手段3が実施する信号処理とを互いに結び付けて信号処理することもできる。例えば、同じ屈伸運動でも、脈拍や呼吸の回数が増せば、棚に重い荷物を持ち上げるといった負荷の大きな運動をしていることが判る。さらに、信号処理の助けとなる第3の情報とを外部から獲得し、信号処理に使うこともできる。第3の情報とは、例えば、計測対象となる人がどこにいるかというような情報であり、前述のように棚に荷物を持ち上げるといった負荷の大きな運動をしている人が図書室にいれば、書棚の整理中であることが判り、特に、辞書やすでに製本された論文類など重い本を対象とした書棚を整理していると推定することができ、新着雑誌のコーナーにはいないであろうことが判る。さらに、単に屈伸運動の繰り返しであるなら、整理中の書棚は、はしごを使って昇る必要があるほど高い位置ではないことが推定できる。

【0077】補助的情報検出手段である補助的情報検出装置8は、前述したような生体情報に限らず、携帯装置7と同様にして体動を検出するようにしてもよい。例えば、装置8を腕に付けて腕の運動を検出し、その結果を参照しながら、携帯装置7において体動の詳細を分析するようにすることもできる。本発明の実施形態による体動センシングシステムは、携帯装置7に実装位置入力手段2と、それに基づく信号処理を行う処理部とを備えているので、携帯装置7の種々の携帯位置に応じたより正しい体動情報を得ることができるが、さらに固定位置にある補助的情報検出装置8から得られる情報を組み合わせれば、より詳細なあるいはより確かな体動情報を抽出することができる。

【0078】装置7と装置8との情報の通信は、有線あるいは無線の形態で実施することができるが、特に、図9に矢印でシンボリックに示しているように、無線の形態を使用することにより、体動を制限することがなく好ましい。この場合、無線の到達範囲は、例えば、人の腕と腰との間といったように、ごく近傍相互間の通信が可能であればよく、通信に多大な電力を消費する必要はない。通信可能な情報としては、種々の情報を対象とすることができる。特に、呼吸数、心拍数、体動数等のように一定時間間隔内に発生する事象の回数で記述可能な周波数情報は、情報の形態としてノイズに強い性質を持つので、計測・通信の対象として適している。例えば、体温の変化を連続的に計測するような場合、検出した電圧信号が検出中あるいは通信中にノイズにより乱されると、結果として得られる体温の情報も変化してしまう。これに対して、周波数情報は、仮に電圧信号がノイズで乱されても単位時間値のピークの数に変化さえしなければ、正しい周波数情報を得ることができ、場合によっては電圧信号のまま情報伝達できる。一方、前記体温の情報等のアナログ情報は、予め電圧信号から温度に換算処理しておき、デジタルデータとして通信することが望

26

ましい。

【0079】図10は携帯装置7の素子集積化について説明する図であり、以下、これについて説明する。図10において、41は表示手段、42は通信手段、68は集積化素子であり、他の符号は図1の場合と同一である。

【0080】前述までの本発明の実施形態で説明した携帯装置7あるいは補助的情報検出装置8は、携帯性を有する小型装置であることが望ましく、内部の機能を集積化して1チップ化することによりコンパクトな実装を実現することができる。図10に示す例は、携帯装置7の基本機能を集積化する場合の内部の構成を説明している。装置8についても同様にすればよい。

【0081】図10に示す例は、ハッチングを施して示しているように、情報検出手段1、信号処理手段3、通信手段(I/O)42、位置情報制御部22の部分をシリコン基板上に集積化する場合を想定している。図2により説明したように、情報検出手段1としては、シリコン基板上に半導体プロセス技術を応用して設けたセンサを使用することができる。ダイヤフラム等のセンサの構造体は、多結晶シリコンを積み上げて構成することができ、電極や配線部はアルミニウム等によるパターンを設けて構成することができる。電気的絶縁は、シリコンの酸化膜や窒化膜を使って構成することができる。中空の構造を得るには、一度酸化物等の犠牲層と呼ばれる層を堆積させた後、多結晶シリコンを積層し、その後犠牲層をエッチングで除去する方法によって構成することができる。このような表面マイクロマシン技術を使用することにより、圧力センサ、加速度センサ、角速度センサのほか、温度センサや、機能性材料との組合せによってガスセンサ等をオンチップ化することができる。その他、信号処理手段3、通信手段(I/O)42、位置情報制御部22は、同じく半導体プロセスを使って構成したA/D変換手段、記憶手段(ROM、RAM)、保護回路を含むアナログ回路、デジタル回路、D/A変換手段を組み合わせる構成することができる。この場合、CMOSやBiCMOSのプロセス技術をベースとして、必要な回路やメモリを構成することができる。

【0082】前述のようにして、センサと回路との機能の全てを、例えば、3mm-5mm角のサイズ、厚さ約0.5mmのシリコンチップ上に構成することができる。外部との信号の授受は、チップ周辺に設けた電極パッドと外部の電極端子とを例えばワイヤボンディング等の手法で電気的に接続すればよい。集積化の手法としては、前述したようなシリコン基板と半導体プロセスとを組み合わせる手法に限らず、小型回路基板にそれぞれの機能素子を集積化実装する方法を採ることもできる。この場合、位置情報入力部21、表示手段41、電源部5なども1つの基板に集積化して実装することができる。このように、集積化素子68や集積化基板を使うことに

(15)

27

よって、装置の小型化が容易となり、主要部品の1チップ化により量産性を向上することもできる。

【0083】図11は電源部として使用可能な発電素子の構成を説明する図であり、以下、これについて説明する。図11において、50はシリコンチップ、51は質量体、52は支持手段(梁)、53a、53b、53c、53dは導電部、54は電極パッド、55はガラス基板、56は永久磁石である。

【0084】携帯装置7の電源部5や装置8の電源部84には、充放電可能な電池を使うことができる。また、これらに対し、すでに説明したように、外部から有線、無線によって電源パワーを供給するようにしてもよい。一方、体動センシングシステムの応用の中には、長期間メンテナンスフリーな状態で使用せざるを得ないものもある。例えば、動物の生態行動を観察しようとする場合など、なるべく小型で長期間使える装置が望ましい。このような場合、体動センシングシステムに発電機能を設けるとよい。発電の基となるエネルギー供給源としては、太陽電池のように外部エネルギーを利用するものと、体温と外気との温度差を利用したり、体動自体の振動エネルギーを利用するといったように、対象が発生するエネルギーを回収して利用するものがある。図11に示す例は、体動の振動エネルギーを回収するタイプのもので、特に、将来、極小型低消費電力の体動センシングシステムができた場合の電源となり得る小型発電システムである。説明を判り易くするため、図11には単独にパッケージに実装された状態を示しているが、以下に説明するように、基本的にはシリコン基板を加工することによって構成することができるので、図10に説明した集積化素子の一部として実装することも可能である。

【0085】図11に示す例は、シリコン基板から切り出したシリコンチップ50上に、シリコンチップを加工した質量体(可動部)51と、同様にシリコンチップの一部に可動部を支持するようにした支持手段(梁)52とを設け、質量体(可動部)51の下部に永久磁石56を設けて構成される。可動部51には、導電部53a、53b、53c、53dが設けられる。前述において、支持手段(梁)52により支えられた質量体51に体動に伴う振動が加わると、シリコンチップ面内で質量体51は振動を始める。この振動は、梁としての支持手段52の機械的な振動特性によって決まる。例えば、梁の幅を狭くし、梁の長さを長くすれば、梁としての剛性が低下し、柔らかいばねになるので、共振周波数は低くなる。反対に梁の幅を増し、梁の長さを短くすれば、梁としての剛性が増し硬いばねになるので、共振周波数は高くなる。すなわち、支持手段52の設計によって、機械的な振動特性を制御することができる。

【0086】ここで、この体動センシングシステムが計測対象とする体動のモードの中で、最も発生頻度が高いモードにおいて、前記発電手段に加わる体動の振動周波

28

数のピークと、前述の可動部の機械的共振周波数とを一致させるようにしておくと、体動センシングシステムの通常の使用環境で、質量体51の振動を励起することができる。質量体51は、磁場発生手段としての永久磁石55が発生する磁場の中で振動する。質量体51面上にパターンニングしたアルミニウムなどの導電部53a、53b、53c、53dは、その磁場を横切るように振動するので、結果として、導電部53a、53b、53c、53dには、振動に伴って交流電圧が誘起される。図11には、これらをV1、V2で示している。V1は、質量体51の図の上下方向の振動によって誘起される起電力を、V2は、質量体51の図の左右方向の振動によって誘起される起電力をそれぞれ示している。起電力V1、V2は、整流化した後、コンデンサや充放電可能な電池などに蓄電することができるので、これをシステムの電源あるいは補助的電源として使用することができる。電気的信号(パワー)の取り出しは、簡単には電極パッド54を介して外部との電気的接続をとるようにすればよい。

【0087】前述したシリコンチップ50は、シリコン基板であるシリコンウエハ上に絶縁層である酸化膜や窒化膜を形成し、その上にアルミニウム等による電極、導電部、配線パターンを形成し、その上に窒化膜等の保護膜を形成した後、その保護膜のパターンをマスクとして、シリコン支持手段である梁と質量体とを残してシリコン基板を貫通加工することにより製造することができる。貫通加工は、例えば、ICP-RIE(Inductively Coupled Plasma - Reactive Ion Etching)等の異方性シリコン加工の手法を使用して行うことができる。加工されたシリコン基板はそのままでは壊れやすいので、例えば、加工面と反対の面にガラスウエハなどのガラス基板55を接合してもよい。この接合には、例えば、陽極接合として知られるガラスとシリコンとの接合手法を使用することができる。この際、シリコン可動部52の動きを妨げないように、ガラス基板の相当部分には穴をあけるなどの加工を施しておくともよい。シリコンチップ50は、ガラス基板を陽極接合したウエハからダイシングによって切り出すことにより個別のチップとして形成される。切り出されたチップには、例えば、ガラス基板55の裏面に永久磁石56を接着する等の方法によって磁場の中に固定することができる。永久磁石56には、種々のものを使用することができるが、例えば、ネオジウム系の磁石や、サマリウム系の磁石などを使うと、小さい磁石で強い磁場を得ることができる。

【0088】前述で説明した発電素子は、2自由度の振動のみを励振源として利用するものであるが、シリコン基板面内に構成された構造を採用しているため、図10により説明した集積化素子への組み込みが可能であり、発電機能を有する機能素子を提供することができる。

【0089】図12は本発明の応用例である健康管理シ

(16)

29

システムあるいは作業管理システムの構成を示すブロック図である。図12において、7a、7b、7c、・・・は携帯装置、9は基地局、91は通信手段、92は指標変換処理部、93はデータベース、94は分析・評価処理部、95は表示・通信手段、96は電源部である。

【0090】図12に示す応用例は、前述までに説明した本発明の実施形態による携行可能な体動センシングシステムとしての携帯装置7から無線の形態で送られた情報を基地局9で受信して信号処理し、その結果、健康管理あるいは作業管理を実施することを可能にした例である。もちろん、健康管理あるいは作業管理を、体動センシングシステム7の中で全て実施することもできる。このシステムは、個人向けの健康管理システム等に適している。

【0091】図12に示す応用例は、複数の対象がそれぞれ携行している携帯装置7a、7b、7c、・・・を1つの基地局9で管理する場合の構成であり、比較的多人数を1度に管理することができる。なお、図12には、システムの基本となる構成のみを示しており、例えば、各人に応じたIDコード毎にデータを記憶し、ファイル进行管理するための情報管理部分等は、説明を判りやすくするため、図示を省略している。

【0092】基地局9は、基地局9が外部と情報の入出力をするための通信手段91と、通信によって獲得した体動情報を健康管理や作業管理など目的に応じた情報へ変換する指標変換処理部92と、指標変換に必要なデータベース93と、変換された指標に基づいた分析・評価を行う分析・評価処理部94と、その結果を表示し、あるいは、外部の別の装置へ通信出力するための表示・通信手段95と、基地局9を稼動するための電源部96とを備えて構成される。通信手段91は、外部装置であり被管理者の身体に取り付けられた携帯装置7a、7b、7c、・・・から取り込まれた体動などの情報114を指標変換処理部92に渡す。指標変換処理部92は、指標変換のためにデータベース93を参照して参照信号115を取り込み、指標変換後の出力情報116を分析・評価処理部94及び表示・通信手段95に渡す。分析・評価処理部94は、上記分析・評価後の出力情報117を表示・通信手段95に渡す。電源部96は、基地局9内の各機器に電力の供給を行うと共に、外部にある複数の携帯装置7a、7b、7c、・・・のそれぞれに有線あるいは無線の形態で電源（パワー）を供給する場合にその指示信号203を通信手段91に送る。

【0093】基地局9に対して、外部にある複数の携帯装置7a、7b、7c、・・・のそれぞれから送られる情報は、対象が現在どのような体動モードにあるか、あるいは、判別不能であるかという体動情報である。携帯装置7a、7b、7c、・・・のそれぞれから基地局9への通信情報は、例えば、基地局9からのリクエストに応じて、その時点のあるいは一定時間記憶しておいた体

30

動情報である。また、リクエストに応じて通信は終了する。また、携帯装置7a、7b、7c、・・・側からその体動情報をIDと共に所定の時間毎に送信するようにしてもよく、さらに、その他の制御コードを同時に送信するようにしてもよい。

【0094】通信手段91が獲得した体動情報114は、例えば、体動モードが“1”の状態である、“2”の状態である、あるいはまた判別不能であるというような内容をコード化したものである。指標変換処理部92は、このコード化された体動モード毎に、データベース93に記憶された特定の指標値をそれぞれ対応させる。ここで、指標の値は、その体動センシングシステムを適用するシステムの目的に応じて設定される。例えば、システムの目的が健康管理である場合、各体動モードに応じた筋肉の動かし方が判るので、エネルギー消費量を指標値として記憶しておけば、指標変換処理部92での変換の結果、体動モードに応じたエネルギー消費量が判る。分析・評価処理部94は、指標変換処理部92での変換の結果を使用してエネルギー消費量を合計することにより、消費カロリーを算出することができる。

【0095】前述において、各体動モードの現れかたと特定の疾病の発生率との間に相関を見出し、それに基づいた疾病の発生危険度や予防安全度を指標としてデータベース93内に設けてもよい。この場合、健康増進に寄与する運動項目を正の値、健康を損なう恐れのある場合を負の値としておくと、分析・評価処理部94は、指標値を合計することにより、健康度を数値的に表現することができる。この場合、値が正に大きい方が健康な状態（疾病の発生率の低い状態）を示す。同じ運動でも過度に実施した場合、むしろ健康を損なうといった場合もある。このような場合、分析・評価処理部94は、単に指標値を加算するのみでなく、運動の合計時間を推定し、その結果を加味して、出力117を補正するといった処理をすることもできる。

【0096】一方、システムの目的が作業管理であれば、例えば、各体動モード毎に作業の負荷を指標としてデータベース93内に割り当てておくことにより、同じ時間の労働でも、負荷の大きい作業をしているのか、軽い仕事をしているのかを判別することができる。分析・評価処理部94は、例えば、指標値を合計することにより、各人の作業負荷を集計することができる。特定の人に負荷の大きな作業が集中すると、作業全体の効率低下する場合があるが、分析・評価処理部94は、例えば、指標値を合計し各人の作業負荷を集計することにより、このような状況も判別することができる。集計の結果は、例えば、表示・通信手段95から外部の図示しない管理システムへ転送される。

【0097】この管理システムは、分析・評価処理部94で算出された各人の作業負荷を基に、適正な作業分配を見直す等の作業管理を行うことができる。もちろん、

(17)

31

同じ作業でもある程度繰り返した方が作業効率がむしろ向上するというような場合もある。この場合、分析・評価処理部94は、単に指標値を加算するのみでなく、運動の合計時間を推定し、その結果を加味して、出力117を補正するといった処理を行うこともできる。また、特定の危険作業に対してデータベース93内の指標値を“1”とし、その他を“0”としておくことにより、分析・評価処理部94は、指標変換段階92での処理の結果得られた指標値が“1”である場合、作業者に危険がある旨を速やかに警告するように前述の管理システムに促すこともできる。警告の方法は、例えば、警告音を発するばかりでなく、作業者に注意を促すメッセージの発声を該当の携帯装置7a、7b、7c、・・・の1つに送信するように命令し、携帯装置に一体化されたスピーカからそのメッセージを流すようにしてもよい。この場合、スピーカは、図1の表示・通信手段4における表示手段の一例とみなすことができる。

【0098】前述した図12に示す例は、データベース93に、各体動モードと対象毎の指標値との関係を格納して使用すると説明したが、各体動モードの代りにジェスチャ認識として、一連の動作、例えば、体動モード“1”と“2”と“3”とが続いて生じるというよう

な場合に特定の指標を割り当てるようにしてもよい。【0099】また、一様に現れるはずの体動モードのうち、特に限られた体動モードの発生頻度が大きい等、偏りを統計的な特徴の変化として抽出して、健康状態や作業状態を把握することができるようにもよい。同じ歩行でも片足ばかりに負担の加わる場合には、体に不具合があったり、特定の作業が正しい方法で実施されていない等の健康管理や作業上の安全面に係わる情報を抽出

【0100】本発明の応用例である健康管理システムあるいは作業管理システムは、図9により説明したような補助的情報検出部を併用することにより、より細かな管理を行うことが可能となる。例えば、健康管理システムにおいて、脈拍の変化を並行して検出すれば、運動の激しさを定量化することが容易になる。また、作業管理システムにおいて、例えば、空気の薄い高地での作業等の場合に、作業者の健康状態をモニタしながら、作業状態を管理することもできる。

【0101】また、図12のデータベース93内に示す判別不能区間とは、特定の体動モードを決めることができない領域であるが、例えば、前述の健康管理システムにおいて、予めデータベース93に選択した体動モード以外の体動での平均的なエネルギー消費量を指標値として充てるようにしたり、上記作業管理システムにおいて、予めデータベース93に選択した体動モード以外の体動での平均的な作業負荷を指標値として充てるようにすることにより、体動モードを特定できない区間においても、有意な情報を抽出することを可能にできる。

32

【0102】実際のシステム応用を考える場合、応用毎に注目したい体動モードは一般に異なる。このため、データベース93として、特に注目すべき体動モードのみを抽出して指標値を設けるようにし、その他は判別不能場合も含めて、例えば、前述の平均値に相当する所定の指標値を当てはめるようにしておけば、データベースの規模を縮小することができる。一連の動作の後、判別不能状態に対応する指標値を変更するようにする等、各体動モードに対応する指標値をリアルタイムに変更するようにしてもよい。

【0103】図12により、本発明の応用例としての健康管理システムと作業管理システムとを説明したが、本発明による体動センシングシステムの応用は、これらに限るものではなく、本発明は、例えば、動物の生態観測や、自動車の運転状態など、人以外を対象としたシステムに適用することもできる。

【0104】また、本発明による体動センシングシステムの実施形態における体動判定については、基準データとの相関評価を中心に説明したが、本発明は、必要に応じて、学習機能を付加したり、ニューラルネットワークによる判定処理を行う等の高度な判定処理を採用することもできる。

【0105】前述した本発明の各実施形態による体動センシングシステムによれば、体の重心近傍の運動のみに注目してきた従来システムに対して、手動または自動で入力するようにした、あるいは、すでに記憶されている情報検出手段の実装位置情報に基づいて信号処理することにより、1つの個所で体動を捉えながら、人体各部の細かな動きを把握することができる。ここで細かな動きとは、体の重心近傍の運動のみならず、例えば、手を振るとか、首を曲げるといった、重心変化の少ない体動モードを含む運動を示すもの等である。そのための信号処理としては、例えば、前述の実装位置情報に基づいてデータベースセットを選択するにすればよい。

【0106】また、本発明の各実施形態による体動センシングシステムは、情報検出手段と、信号処理手段と、情報検出手段の実装位置情報を入力する位置情報入力手段とをほぼ同じ位置に一体的に実装することにより、システムの携行性に影響を与えずに機能の向上を図ることができる。

【0107】また、本発明の各実施形態による体動センシングシステムは、複数の自由度に応じた情報検出手段の出力信号を、ソフト的またはハード的に重畳して取り出した後に信号処理、特に、既知のデータとの相関評価を行うので、対象とする計測の自由度が増しても、信号処理に要する負荷の増加を抑えることができる。

【0108】また、本発明の各実施形態による体動センシングシステムは、システムに必要な電源の供給を無線の形態で実施し、あるいは、システムの一部に自己発電手段を備えることにより、長期間にわたり電池の交換を

(18)

33

不要とし、装置への電源配線を不要とすることができ、体動センシングシステムの携行性の向上を図ることができる。

【0109】また、本発明の各実施形態による体動センシングシステムは、情報検出手段と前記信号処理手段とを、共通のシリコン基板上に集積化し、複数の情報を1つの信号として重畳・合成して出力できる情報検出手段を使用することにより、信号処理部を含めた素子の小型集積化が容易になり、携行に有利なように装置を小型に実装することができる。

【0110】また、本発明の各実施形態による体動センシングシステムは、その情報検出手段とは異なる位置に補助的情報検出手段を設け、この補助的情報検出手段と、前記信号処理手段を含む信号処理部との間で有線あるいは無線による情報通信を行うことにより、システムの携帯位置に自由度を持たせた体動検出と、特定の位置で計測することが望ましい脈拍や血圧、体温等の生体情報の検出とを両立させることができる。

【0111】さらに、本発明の各実施形態による体動センシングシステムを用いた、健康管理システム、作業管理システムは、重心運動に反映しにくい体の動きを捉えることができるので、体動に伴うエネルギー消費や作業状態等を詳細に把握することができ、健康状態や作業状態の管理に反映させることができる。

【0112】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、人の体の1個所で体動を捉えながら、その信号を処理することにより、人体各部の動きを詳細に把握することができる。また、本発明による体動センシングシステムを用いて作業管理システム、健康管理システムを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施形態による体動センシングシステムの構成を示すブロック図である。

【図2】本発明第1の実施形態に備えられる情報検出手段1の構成例を説明する図である。

【図3】本発明の第1の実施形態における信号処理の一例を説明する図である。

【図4】周波数領域における相関評価の一例を説明する図である。

【図5】時間領域における相関評価の一例を説明する図である。

【図6】体動モードに特徴的な信号波形の例を説明する図である。

【図7】本発明の第2の実施形態による体動センシングシステムの構成を示すブロック図である。

【図8】本発明の第3の実施形態による体動センシングシステムの構成を示すブロック図である。

【図9】本発明の第4の実施形態による体動センシングシステムの構成を示すブロック図である。

34

【図10】携帯装置の素子集積化について説明する図である。

【図11】電源部として使用可能な発電素子の構成を説明する図である。

【図12】本発明の応用例である健康管理システムあるいは作業管理システムの構成を示すブロック図である。

【符号の説明】

- 1、1a、1b、1c 情報検出手段
- 2 位置情報入力手段
- 3 信号処理手段
- 4、83 表示・通信手段
- 5、84 電源部
- 7、7a、7b、7c 携帯装置
- 8 補助的情報検出装置
- 9 基地局
- 11 信号合成手段
- 21 位置情報入力部
- 22 位置情報入力部
- 23 記憶手段
- 31 A/D変換処理部
- 32 特徴量抽出処理部
- 32a 相関評価部
- 32b バイアス検出部
- 33 体動判定処理部
- 34 データベース選択処理部
- 35 データベースセット
- 36 実装位置自己判定処理部
- 37 基準体動モード検出処理部
- 38 選択・照合処理部
- 39 判断・出力処理部
- 41 表示手段
- 42 通信手段
- 50 シリコンチップ
- 51 質量体
- 52 支持手段(梁)
- 53a、53b、53c、53d 導電部
- 54 電極パッド
- 55 ガラス基板
- 56 永久磁石
- 60 ケース
- 61a 圧力検出手段
- 61b ダイアフラム
- 62 シリコン基板
- 63 信号変換手段
- 64 質量体
- 65 変形体
- 66 接続手段
- 67 コネクタ
- 68 集積化素子
- 81 生体情報検出手段

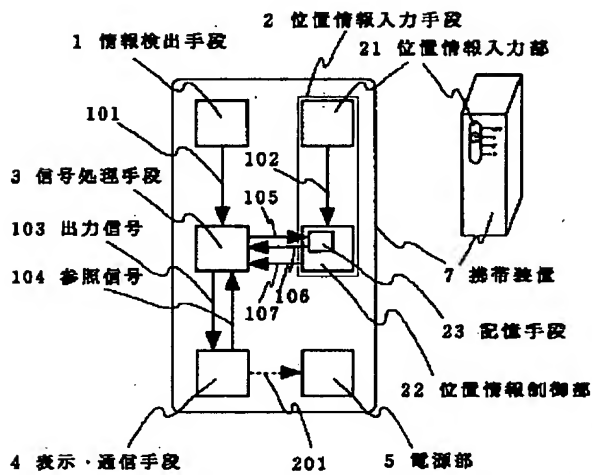
(19)

8 2 生体情報処理手段
9 1 通信手段
9 2 指標変換処理部
9 3 データベース

9 4 分析・評価処理部
9 5 表示・通信手段
9 6 電源部

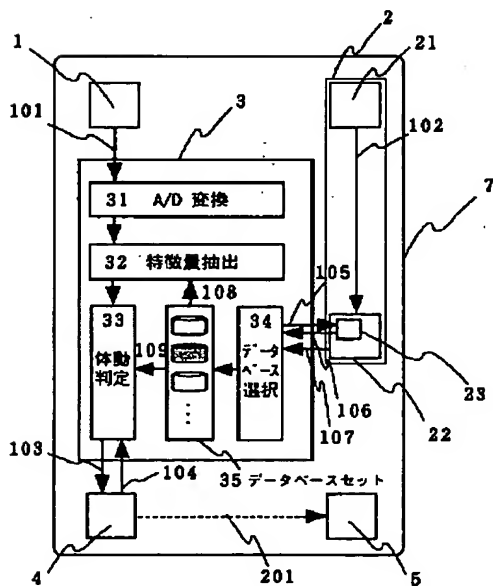
【図 1】

図 1



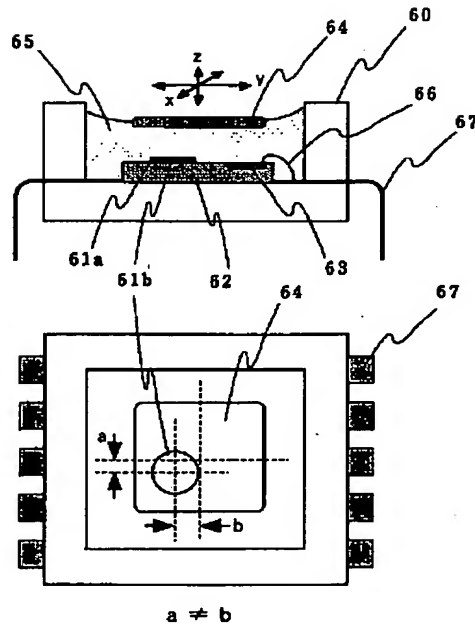
【図 3】

図 3



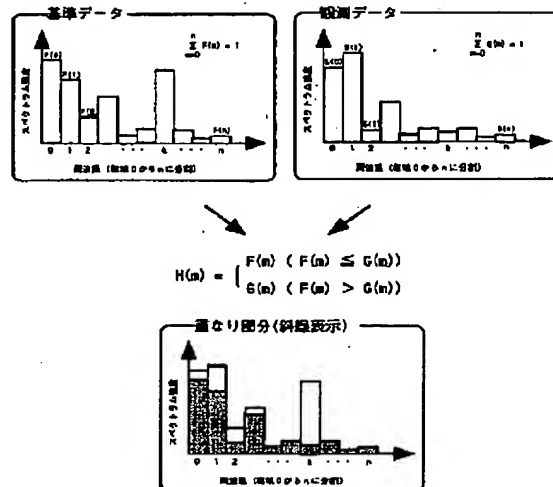
【図 2】

図 2



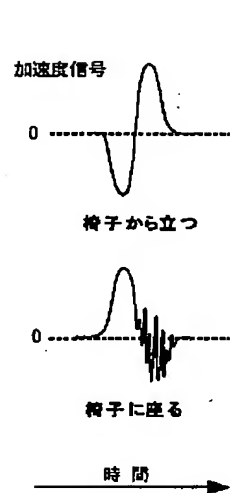
【図 4】

図 4



【図 6】

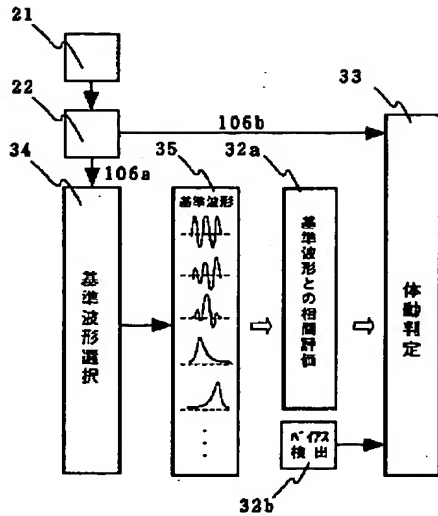
図 6



(20)

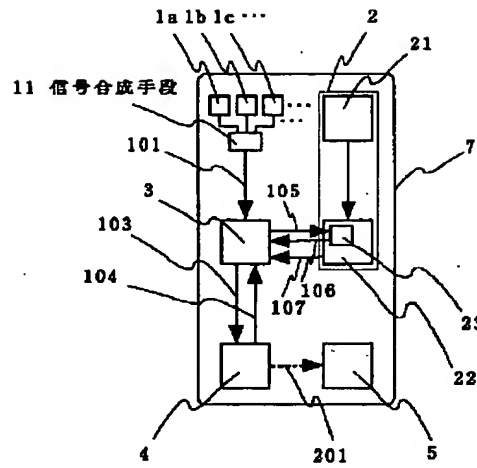
【図5】

図 5



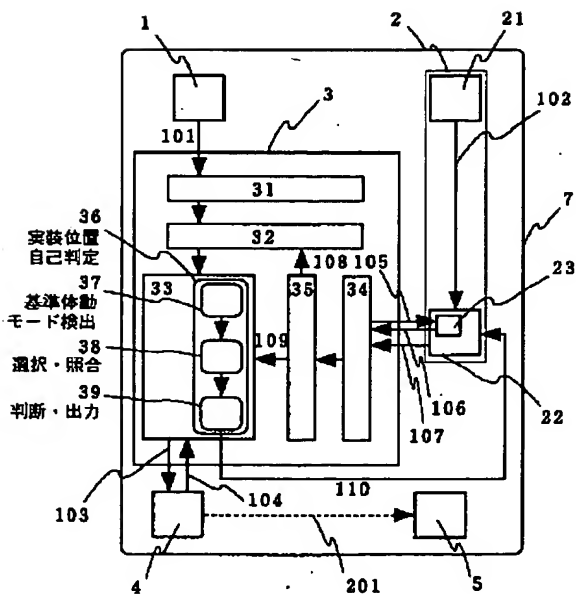
【図7】

図 7



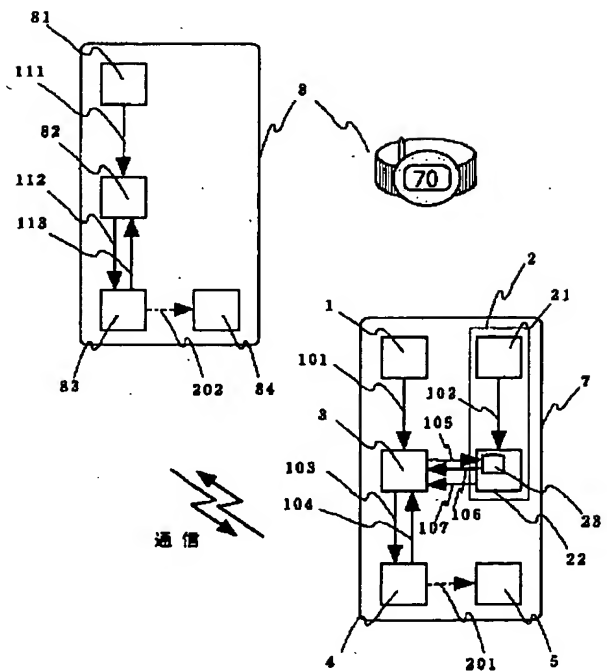
【図8】

図 8



【図9】

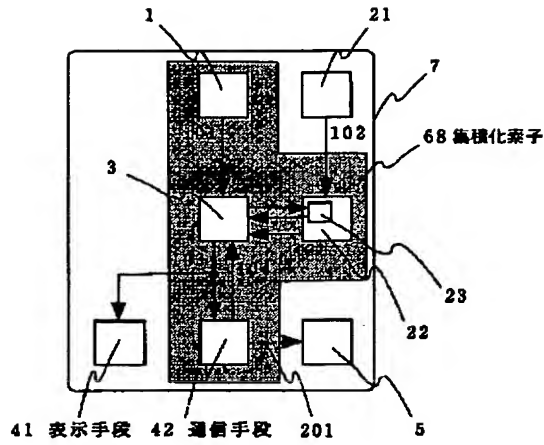
図 9



(21)

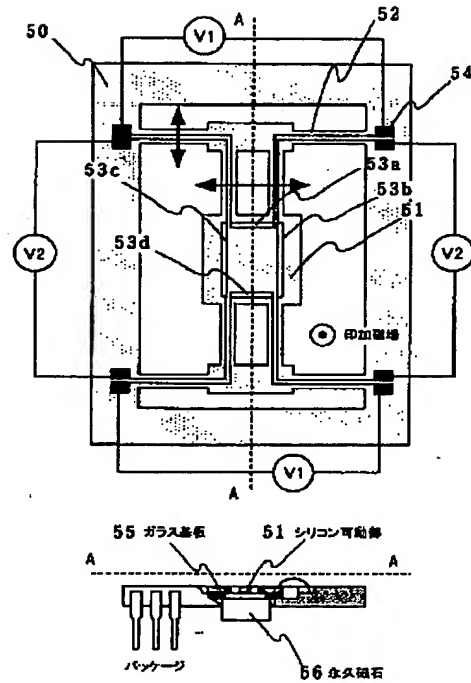
【図10】

図 10



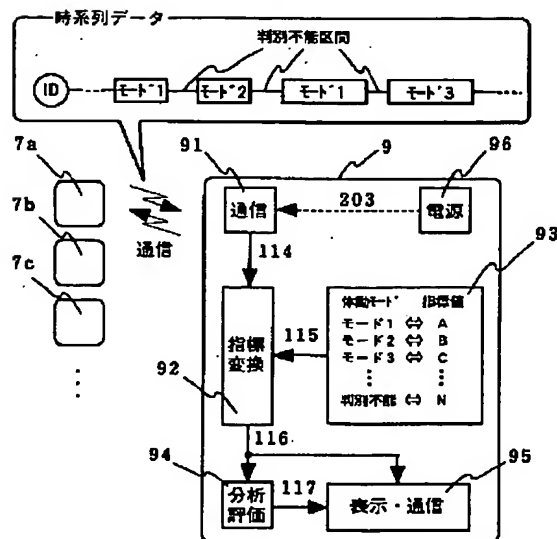
【図11】

図 11



【図12】

図 12



(22)

フロントページの続き

(72) 発明者 嶋田 智
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内

(72) 発明者 正嶋 博
茨城県日立市大みか町七丁目 1 番 1 号 株
式会社日立製作所日立研究所内
Fターム(参考) 4C038 VA11 VA12 VB01 VB15 VB31
VC20